

氏 名	田 中 賢太郎
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 4838 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	エネルギー吸収型桁連結装置を適用した高架橋の水平 2 方向地震動下における 制震特性に関する研究
論文審査委員	主査 教 授 北 田 俊 行 副査 教 授 坂 壽 二 副査 教 授 谷 池 義 人

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、都市高架橋の地震時における隣接桁との桁間衝突を回避し、橋脚に伝わる慣性地震力を低減するために桁間に設ける桁連結型の落橋防止構造を兼ねる緩衝装置として、鋼板を曲げ加工した鋼製ペローズを用いることの有効性を検討することを目的とした。

第 1 章では、本研究に関連する研究の紹介、および本論文の目的と概要を述べた。

第 2 章の研究では、鋼製ペローズの概要、および設計において考慮すべき事項を示した。つぎに、鋼製ペローズの力学的基本性能として、鋼製ペローズ単体の橋軸方向、橋軸直角方向、および斜め 45° 方向の繰り返し荷重下での変位履歴特性を調べるために静的載荷実験を実施した。その結果、鋼製ペローズは、橋軸方向のみでなく、橋軸直角や斜め 45° 方向にも、設計に有効利用できる程度のエネルギー吸収性能を有していることを確認した。

第 3 章の研究では、連続桁が多数連続する都市高架橋の橋軸方向の地震応答挙動のみを対象に、鋼製ペローズのエネルギー吸収性能を十分に活用して、対象高架橋の耐震性能を向上できる設計法を検討した。すなわち、上部構造を支持する支承の降伏強度と剛性とをパラメーターにして、各連続桁間の固有振動周期を変化させて、鋼製ペローズのエネルギー吸収量を計算することによって、その制震効果を明確にした。その結果、鋼製ペローズを適切に設計すれば、桁や橋脚の損傷を軽微にとどめることが可能であることを明らかにした。また、免震支承のエネルギー吸収機能を鋼製ペローズに肩代わりさせて、より安価な反力分散型ゴム支承の採用を可能にした。さらに、橋脚へ伝わる慣性力が低減でき、免震支承のみを用いた場合と異なり、桁間衝突が発生せず、上部構造の応答変位も低減できることを明らかにした。

第 4 章の研究では、まず、都市高架橋に水平 2 方向の強地震動が同時に作用した場合の鋼製ペローズの有効性をこの研究のために作成した非線形時刻歴地震応答解析プログラムにより検討した。その結果、限定した解析モデルについてであるが、鋼製ペローズを設置しなかった場合に比べ、上部構造変位は、橋軸方向で $1/5$ 程度に低減でき、橋軸直角方向で $1/2$ 程度に低減することができた。橋脚の変位は、2 方向とも $1/4$ 程度に低減することができた。つぎに、強地震動下の鋼製ペローズの低サイクル疲労強度を明らかにするために、鋼製ペローズに一定振幅の荷重が作用する場合と変動振幅の荷重が作用する場合との極低サイクル疲労特性を実験により明らかにした。また、一定振幅の荷重については、き裂発生寿命は Manson-Coffin 則にほぼ従い、鋼製ペローズが何回の繰り返し荷重に耐え得るかを予測し得ること、変動振幅の荷重についても既存の疲労寿命予測式で疲労寿命評価を行えることを明らかにした。

第 5 章では、鋼製ペローズの単体の力学的特性、都市高架橋への鋼製ペローズの適用方法、都市高架橋への鋼製ペローズの適用性など、本研究で得られた主な成果をとりまとめた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、強地震時に、都市内の高架桁橋が隣接桁と端部で衝突するのを回避し、橋脚に伝達される慣性地

震力を低減するとともに、落橋を防止するために、隣接桁との桁間に設ける緩衝装置の1つとして、既に開発済みである鋼板を曲げ加工する鋼製ベローズを用いることの有効性を実験および解析により明らかにすることを目的としている。

そのために、まず、鋼製ベローズ単体の繰り返し荷重下の荷重-変位関係における履歴特性、および極低サイクル疲労強度を実験的に検討している。つぎに、多数連続する連続高架桁橋の桁間に鋼製ベローズを採用した場合を対象に、橋軸方向に強地震動が作用した場合、および、橋軸方向以外に橋軸直角方向も同時に考慮した水平2方向強地震動が作用した場合の鋼製ベローズの有効性について解析的に検討している。

これらの検討により、本研究では、以下の新しい知見を得ている。すなわち、鋼製ベローズを適切に設計すれば、桁や橋脚の損傷を軽微にとどめることが可能であること。免震支承のエネルギー吸収機能を鋼製ベローズに肩代わりさせると、免震支承よりも安価な反力分散型ゴム支承の採用が可能になること。橋脚へ伝達される慣性地震力が低減でき、免震支承のみを用いた場合と異なり、桁間衝突が発生せず、上部構造の応答変位も低減できること。限定した解析モデルについてであるが、鋼製ベローズを設置すると、設置しなかった場合に比べ、上部構造変位は、橋軸方向で1/5程度に、橋軸直角方向で1/2程度に低減すること。橋脚の変位は、橋軸方向および橋軸直角方向とも1/4程度に低減できること。ならびに、鋼製ベローズのき裂発生寿命は、Manson-Coffin則および既存の疲労寿命予測式で評価できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、都市内の高架橋の耐震性を向上させることに関して多くの有用な知見を有している。これらの研究成果は、新規性と有用性が認められ、橋梁工学をはじめとし、構造工学の発展に寄与するところが大きいと考えられる。したがって、本論文の著者は、博士(工学)の学位を受ける資格を有すると認める。